

Perfectionnements apportés aux échangeurs de chaleur.

M. GIOVANNI ROSSI résidant en Italie.

Demandé le 6 juin 1958, à 16^h 19^m, à Paris.

Délivré le 14 septembre 1959. — Publié le 23 février 1960.

(Demande de brevet déposée en Italie le 8 avril 1958, au nom du demandeur.)

L'invention est relative aux échangeurs de chaleur. L'échangeur, faisant l'objet de l'invention, comprend une surface échangeuse de chaleur délimitant plusieurs conduits, à section transversale de forme allongée, formant deux séries réservées respectivement aux fluides utilisés pour l'échange de chaleur, les conduits de ces séries alternant entre eux. Les conduits de ces séries comportent des surfaces d'échange sensiblement égales, mais la section de passage des conduits d'une série est différente de celle de l'autre, les conduits d'une série ayant, en outre, une section de passage décroissante ou croissante dans le sens du mouvement du fluide qui circule dans ceux-ci alors que les conduits de l'autre série ont une section de passage constante ou croissante dans le sens du mouvement de l'autre fluide qui circule en contre-courant dans ces conduits, les deux séries de conduits étant séparées d'une manière étanche l'une de l'autre et par rapport à l'extérieur à l'aide d'une enveloppe, l'échangeur en question comprenant au moins un collecteur d'entrée pour le fluide à refroidir et au moins un collecteur de sortie pour le fluide à chauffer.

Les dessins schématiques ci-annexés montrent, à titre d'exemples illustratifs mais non limitatifs, quelques modes de réalisation de l'invention.

Les figures 1 et 2 montrent, en perspective (parties en coupe et parties arrachées), respectivement deux modes de réalisation différents d'un échangeur établi selon l'invention.

Les figures 3 à 6 sont des sections transversales faites dans des échangeurs comportant une cloison séparatrice ondulée ou des éléments tubulaires.

Les figures 7 et 8 montrent, respectivement en coupe axiale longitudinale et en coupe transversale, un échangeur avec cloison séparatrice enroulée en tronc de cône.

Les figures 9 et 10 montrent, respectivement en coupe longitudinale et en élévation, un échangeur à deux éléments.

Les figures 11 et 12 montrent, en perspective (avec parties séparées pour plus de clarté) deux échangeurs à écoulements croisés.

Les figures 13 et 14 montrent, respectivement en perspective et en coupe verticale, un échangeur avec une cloison séparatrice continue ondulée.

La figure 15 montre, en perspective (parties arrachées), un échangeur de chaleur établi suivant une variante.

La figure 16 montre, en perspective (avec parties séparées et enlevées) une autre solution d'un échangeur avec éléments tubulaires.

La figure 17 montre, en coupe axiale, un échangeur à section circulaire.

La figure 18 montre, en perspective, un détail de cet échangeur.

La figure 19 montre, en coupe transversale partielle, un échangeur avec une cloison formée par des éléments tubulaires cylindriques.

On désigne par A sur la figure 1 une cloison séparatrice continue en ondulée formant la paroi pour l'échange de chaleur. Les ondulations successives de la cloison A sont fermées aux extrémités 1 par aplatissement suivant une forme sensiblement triangulaire tandis que l'arête d'extrémité 2 peut être fermée, d'une manière étanche, par exemple par un joint soudé. La cloison A est courbée suivant un arc cylindrique pour que l'enveloppe forme un ensemble qui résiste à la pression intérieure. Le long de la face de la cloison A, où débouchent les parties ondulées fermées aux extrémités, est soudée, d'une manière étanche, une bride périphérique 3 (établie également suivant une surface cylindrique et destinée à maintenir la paroi frontale 4 de l'enveloppe, cette paroi comportant à ses extrémités des ouvertures d'entrée 5 et de sortie 6 pour l'un des fluides. L'enveloppe comporte une partie 7 en forme de boîte qui chevauche l'ensemble de la cloison A et est reliée à la bride 3, cette partie 7 étant munie d'ouvertures axiales 8 et 9, ménagées respectivement dans ses parois supérieure et inférieure

pour l'introduction et la décharge de l'autre fluide. Entre la paroi 4 et la bride 3, ainsi qu'entre cette dernière et la boîte 7 peuvent être établis des joints d'étanchéité 10 et 11. Les parties triangulaires fermées 1 des ondulations de la cloison A forment, pour le fluide qui s'écoule depuis l'entrée 5 vers la sortie 6, des conduits inclinés aux extrémités de manière à favoriser la déviation naturelle du courant fluide tout en éliminant les points morts.

Les mêmes parties fermées 1 forment, pour le courant du fluide s'écoulant depuis l'entrée 8 vers la sortie 9, des moyens propres à subdiviser ce courant dans les conduits correspondants de l'échangeur pour réunir ensuite les parties subdivisées d'une manière aérodynamiquement efficace. Pour assurer l'indéformabilité de l'enveloppe, on a prévu, sur la paroi frontale concave 4 des tirants de renforcement 12 (disposés suivant des cordes) qui sont reliées à l'enveloppe par leurs extrémités. Aucune disposition spéciale pour obtenir une étanchéité parfaite n'est nécessaire entre la partie 7, en forme de boîte, de l'enveloppe et la cloison A car la séparation des deux fluides est pratiquement assurée par l'intermédiaire de la bride périphérique 3.

Sur la fig. 2, la cloison A' comporte des ondulations qui sont fermées seulement à leurs extrémités supérieures 1' jusqu'à un certain point de leur hauteur totale, tandis que la partie restante de la hauteur est fermée par l'ondulation adjacente 1''.

Dans ce cas, la bride périphérique 3', qui sépare les deux fluides, est soudée à l'endroit où se trouve le plan intermédiaire parallèle aux génératrices des arrondis des ondulations et passant par les points d'alternance des extrémités aplaties 1', 1''.

A la bride 3' sont reliées, d'une manière étanche, les deux parties en forme de boîte de l'enveloppe 4' et 7' par les joints 10' et 11'. La partie 4' comporte les ouvertures inclinées 5' et 6' pour l'un des fluides tandis que la partie 7' comprend les ouvertures inclinées 8', 9' pour l'autre fluide.

Les deux appareils, montrés sur les fig. 1 et 2, comportent plusieurs conduits, de section transversale allongée, dont les surfaces d'échange sont sensiblement égales pour les deux fluides.

La section de passage pour l'un des fluides est plus grande que celle pour l'autre fluide afin de réaliser des conditions meilleures pour l'échange et de réduire les pertes de charge en fonction des caractéristiques de chaque fluide.

Ceci est obtenu en donnant à toutes les anses qui s'ouvrent du côté de la face la plus grande de la cloison, une largeur plus grande qu'à toutes les ondulations s'ouvrant du côté de l'autre face. En outre, dans le sens de l'écoulement des deux fluides, la section des conduits pour un fluide est décroissante, tandis que celle des conduits parcourus par l'autre fluide est constante ou croissante de manière à réaliser les conditions de vitesse d'écoulement

les meilleures et par conséquent un échange de chaleur plus grand à travers la cloison séparatrice.

On obtient ce dernier résultat en donnant à la cloison une longueur variable d'un bout à l'autre, comme visible sur les figures 1 et 2, sur lesquelles la section la plus grande se trouve à la partie supérieure de l'appareil. Les caractéristiques décrites sont montrées schématiquement sur les figures 3 et 4.

La figure 3 montre, en coupe transversale, un échangeur ayant, à une extrémité (partie supérieure de la fig. 3), les passages 12 plus larges que les passages 13, tandis qu'à l'autre extrémité (partie inférieure de la fig. 3) les passages 12 et 13 ont une largeur moindre que ceux de l'extrémité citée en premier lieu, les passages 12 continuant toutefois à être plus larges que les passages 13.

Comme les deux fluides circulent toujours suivant des sens opposés, on obtient une section décroissante pour le fluide parcourant les passages 12 et une section croissante pour celui circulant dans les passages 13.

La figure 4 montre, semblablement, un échangeur dans lequel le fluide parcourant les passages 14 circule dans des conduits à section décroissante, tandis que le fluide parcourant les passages 15 circule dans des conduits à section constante (en effet la section des passages 15, dans les deux coupes montrées sur la fig. 4, est constante). Le même résultat peut être obtenu en substituant la cloison ondulée par des éléments tubulaires à section transversale allongée ou par plusieurs tubes à section circulaire et tangents entre eux à la place de chaque élément tubulaire à section allongée parcouru par l'un des fluides, ces éléments ou tubes étant disposés, à une distance convenable, les uns par rapport aux autres, de manière à former entre eux et l'enveloppe extérieure les passages pour l'autre fluide.

Sur les figures 5 et 6, sur lesquelles les conduits pour le fluide sont désignées par les mêmes références que sur les figures 3 et 4 mais munies d'apostrophes, on montre des dispositions correspondant à celles des figures 3 et 4.

Sur la figure 6 sont indiquées les ailettes longitudinales intérieures Q destinées à renforcer chaque élément tubulaire 15' lorsque le fluide qui le traverse est sous pression.

L'échangeur, montré sur la fig. 7, comprend une cloison ondulée 16 disposée en tronc de cône et les passages formés par ces ondulations s'ouvrant vers l'intérieur et étant fermés aux extrémités par des parties triangulaires 17 (comme indiquée en 1 sur la fig. 1).

L'enveloppe comprend deux parois tronconiques coaxiales, une paroi extérieure 18 voisine des arêtes externes des ondulations et une paroi intérieure 19

dont les extrémités ont la forme d'une ogive et qui est voisine des arêtes internes de ces ondulations. Un des fluides entre par le conduit axial 20 relié, d'une manière étanche, au bord de l'extrémité inférieure de la cloison ondulée 16 et sort par le conduit axial 21 relié au bord de l'extrémité supérieure de ladite cloison, après avoir parcouru les passages fermés en 17 et en passant entre la paroi intérieure 19 et la cloison 16, tout en longeant les extrémités profilées de la paroi intérieure 19 de l'enveloppe. L'autre fluide entre par le conduit 22 relié à la paroi extérieure 18 de l'enveloppe, parcourt les passages ouverts aux extrémités de la cloison 16 (en contre-courant avec l'autre fluide) et sort par le conduit 23 relié d'une manière analogue à la paroi extérieure 18 de l'enveloppe.

La cloison 16 peut comporter des passages de longueur égale et de largeur différente, comme montré à gauche de la figure 8, ou bien elle peut comporter des passages de longueur différente pour réaliser la différence voulue entre les sections ou la variation des sections des deux séries de conduits, comme indiqué au milieu de la figure 8 et à droite de celle-ci.

La fig. 8 montre, en coupe longitudinale, un échangeur de chaleur à deux cloisons 24 et 25, placées en série, du genre de celle montrée sur la figure 2. Une telle disposition permet le remplacement de l'un des diaphragmes, par exemple celui qui est susceptible de se détériorer (en général celui dans lequel circulent les fluides à température la plus basse). Sur la figure 9 on indique par des flèches les parcours des deux fluides et par 26 on désigne des ailettes de guidage pour le fluide, disposées entre les ondulations des cloisons, aux extrémités de celles-ci. Par 27, on désigne deux conduits destinés à l'arrosage avec de l'eau pour le nettoyage périodique. Sur la figure 10, le même échangeur est dessiné en élévation pour montrer qu'il est possible de réaliser l'une des cloisons 24, de manière telle que la section des conduits pour le passage de l'un des fluides aille en décroissant plus rapidement que celle des conduits de l'autre cloison 25. De cette manière, on peut par exemple obtenir avec la cloison 25 un fluide qui se refroidit à une vitesse pratiquement constante et avec la cloison 24 qui se refroidit à une vitesse croissante pour le même fluide, ce qui améliore le coefficient de transmission de la chaleur.

La figure 11 montre un échangeur comprenant des éléments tubulaires à section allongée, la plus grande dimension de la section étant perpendiculaire aux deux boîtes latérales de l'échangeur. Les éléments tubulaires 28 sont fermés, à leur extrémité inférieure 29, par un bord incliné par rapport à l'axe longitudinal de ces éléments et jusqu'à un point intermédiaire de leur longueur dans le sens de la dimension la plus grande de la section.

Depuis ce point et jusqu'à l'autre extrémité, les éléments tubulaires 28 sont ouverts, tout en étant séparés les uns des autres (partie non visible sur la fig. 11). En haut, les éléments 28 ont une forme analogue à celle de leurs extrémités inférieures mais leurs bords de fermeture sont orientés dans un sens opposé à celui des bords de fermeture de leur extrémité inférieure. Une bride périphérique 30 est reliée, d'une manière étanche (par exemple par soudage) aux éléments 28 et aux parties fermées de ceux-ci en tenant compte des orientations différentes des fermetures de ces éléments.

Sur cette bride 30 sont montées, d'une manière étanche, les deux parties en forme de boîte 31 et 32 de l'enveloppe extérieure. La bride 30 comporte à sa partie supérieure une paroi bombée 33 propre à diriger l'un des fluides (flèche X) vers l'entrée 34 d'un collecteur faisant partie de la boîte 32 de l'enveloppe. La bride 30 comporte, à sa partie inférieure, une paroi bombée analogue 35 propre à diriger le même fluide vers l'intérieur des éléments tubulaires 28 depuis l'entrée 36 suivant la flèche X. La boîte 32 de l'enveloppe comporte, en outre, une entrée 37 pour l'autre fluide qui parcourt l'espace compris entre l'enveloppe (boîtes 31 et 32) et les faces externes des éléments tubulaires 28 (flèche Y). La boîte 31 de l'enveloppe comporte, à sa partie inférieure, la sortie 38 pour l'autre fluide et est en contact (comme la partie 32) avec les génératrices extrêmes (selon la dimension la plus grande de la section) des éléments tubulaires 28. On obtient, en définitive, un parcours à contre-courant des deux fluides et un croisement des chemins parcourus par ces fluides dans un plan perpendiculaire à la dimension la plus grande de la section des éléments tubulaires 28 (jamais dans le sens de la longueur de l'échangeur).

Une telle solution constructive permet d'obtenir un parcours avantageux des fluides et de faire le choix le plus opportun en ce qui concerne les directions suivant lesquelles se font l'admission et l'évacuation des fluides.

Dans la paroi bombée 33 est ménagée une fenêtre allongée 39 qui permet le serrage des vis de liaison de la boîte 32 de l'enveloppe à la bride 30.

La solution constructive montrée figure 12 est analogue, et les parties, correspondant à celles de la figure 11, sont désignées par les références munies d'une apostrophe. La cloison est constituée, dans ce cas, par une tôle ondulée 28' et les extrémités supérieure et inférieure des ondulations sont fermées alternativement dans des sens opposés, de manière à obtenir des parcours croisés des deux fluides. La seule différence réside dans le fait que la sortie 38' du fluide suivant la flèche Y' est ménagée directement dans la bride 30' au lieu d'être prévue dans la boîte 31' de l'enveloppe.

Les figures 13 et 14 montrent un échangeur de

chaleur avec une cloison ondulée 40 dont les extrémités supérieures 41 sont fermées sur environ la moitié de la longueur des passages, formés par les ondulations, à partir de la partie ouverte de celles-ci. L'autre moitié de la longueur des passages est aussi fermée, en 42, à partir de la partie ouverte des ondulations adjacentes. La partie inférieure de la cloison 40 comporte des fermetures orientées dans un sens opposé, c'est-à-dire à partir de la partie fermée de chaque ondulation jusqu'à la moitié environ de leur longueur. L'enveloppe est formée en trois parties. La première est constituée par une bande périphérique 43 reliée, d'une manière étanche, par ces parties supérieure et inférieure, aux bords 44 et 45 des fermetures, orientées dans des sens opposés, des ondulations de la cloison 40 et aux bords des parois verticales de cette cloison. L'enveloppe est complétée par deux plaques de fermeture 46 et 47, reliées d'une manière étanche à la bande périphérique 43, en amont des entrées 48 et 49, prévues respectivement pour l'admission de deux fluides, et des sorties 50, 51 de ces fluides, qui parcourent l'appareil suivant des parcours croisés comme montré par les flèches V et Z.

La figure 15 montre un échangeur analogue à celui de la figure 14 (les parties correspondantes étant désignées par les mêmes références munies d'une apostrophe), mais réalisé à l'aide d'éléments tubulaires 40' à section de forme allongée.

La fermeture de l'extrémité des éléments 40 est obtenue par aplatissement, suivant une forme triangulaire et par soudage des bords juxtaposés, comme dans le cas des figures 1 et 2.

Sur la figure 16, l'échangeur comprend aussi des éléments tubulaires 52 à section de forme allongée, dont les extrémités sont découpées suivant deux plans parallèles inclinés par rapport à l'axe longitudinal de ces éléments.

Les intervalles compris entre deux éléments tubulaires voisins sont fermés en 53 et 54. L'enveloppe extérieure comprend la bande périphérique 55 avec des ouvertures inférieure 56 et supérieure 57 réservées au fluide parcourant l'appareil suivant la flèche K et deux plaques de fermeture 58 et 59 munies d'ouvertures 60 et 61 pour le fluide parcourant les éléments tubulaires 52 suivant la flèche W. Pour les modes de réalisation constructifs montrés sur les figures 11 et 16, l'enveloppe a une forme trapézoïdale en étant vue en élévation, de manière à réaliser une des conditions géométriques pour les sections de passage des fluides schématisées sur les figures 3, 4, 5 et 6.

L'échangeur, montré sur les figures 17 et 18 a une forme tronconique et la surface pour l'échange de température est constituée par des éléments tubulaires 62, à section de forme allongée, dont la dimension la plus grande est orientée radialement.

A leur extrémité inférieure, les éléments 62 sont couverts le long de la génératrice qui se trouve le plus à l'intérieur, ce qui forme des fenêtres 63 pour l'introduction du fluide le plus chaud qui traverse, en suivant les flèches N, l'élément tronconique intérieur 64 faisant partie de l'enveloppe. Entre l'une et l'autre des fenêtres 63 les éléments 62 ont leurs parois déformées et celles de deux éléments 62 voisins sont reliées entre elles de manière à former la fermeture 65. L'étanchéité entre le pourtour de la cloison et l'élément tronconique intérieur 64 est assurée par deux brides solidaires de la cloison, une bride cylindrique 66 se trouvant en dessous des fenêtres 63 et l'autre 67, de forme annulaire et plane, se trouvant en dessus des fenêtres 63. Cette bride 67 est fixée au bord inférieur de l'élément tronconique 64. Le fluide le plus chaud s'écoule vers le haut dans les éléments tubulaires 62 et est recueilli par le collecteur annulaire supérieur 66 muni d'une sortie 69.

A sa partie supérieure, on établit entre deux éléments voisins 62 une fermeture 70 tandis que deux brides cylindriques coaxiales 71 et 72 ferment les extrémités des fenêtres de sortie du fluide selon N et coopèrent avec des fermetures annulaires étanches 73 à emboîtement qui sont établies concentriquement sur le collecteur 68.

Le fluide le plus froid pénètre, suivant la flèche P, par l'entrée axiale inférieure 74 de l'enveloppe tronconique extérieure 75, parcourt la chambre annulaire 76 comprise entre ladite enveloppe et la cloison tronconique 77 en longeant les éléments tubulaires 62 pour refroidir la cloison 77. Le fluide se dirige ensuite, vers le bas, dans l'espace compris entre les éléments tronconiques 62 et est évacué par la sortie 78 du collecteur inférieur 79 qui obture la base de l'enveloppe contenant la cloison 77.

On obtient ainsi une circulation efficace et à contre-courant des deux fluides et le refroidissement des éléments tronconiques intérieur 64 et extérieur 67 de l'enveloppe.

En pratique, les détails constructifs de l'échangeur établi selon l'invention peuvent être différents de ceux indiqués dans les exemples montrés et décrits sans sortir des limites de protection de l'invention. Par exemple, les éléments tubulaires allongés peuvent être remplacés chacun par plusieurs tubes à section circulaire qui sont en contact entre eux suivant une génératrice, comme le montre la figure 19 (qui est une coupe transversale analogue à celle des fig. 5 et 6). On obtient ainsi une résistance remarquable à la pression du fluide circulant dans les conduits 15'.

RÉSUMÉ

L'invention a pour objet un échangeur de chaleur présentant les caractéristiques suivantes, considérées séparément ou en combinaison :

a. Il comprend une surface échangeuse de chaleur délimitant plusieurs conduits, à section transversale de forme allongée, formant deux séries réservées respectivement aux fluides utilisés pour l'échange de chaleur, les conduits de ces séries alternant entre eux et les conduits de ces séries comportant des surfaces d'échange sensiblement égales, mais la section de passage des conduits d'une série étant différente de celle de l'autre, les conduits d'une série ayant, en outre, une section de passage décroissante ou croissante dans le sens du mouvement du fluide qui circule dans ceux-ci; alors que les conduits de l'autre série ont une section de passage constante ou croissante dans le sens du mouvement de l'autre fluide qui circule en contre-courant dans ces conduits, les deux séries de conduits étant séparées d'une manière étanche l'une de l'autre et par rapport à l'extérieur à l'aide d'une enveloppe, l'échangeur en question comprenant au moins un collecteur d'entrée pour le fluide à refroidir et au moins un collecteur de sortie pour le fluide à chauffer;

b. Au moins une série de conduite est formée par des éléments tubulaires à section de forme allongée, ces éléments étant écartés les uns des autres de manière telle qu'entre deux conduits voisins soit formé un conduit de l'autre série délimité en partie par la paroi de l'enveloppe;

c. Les deux séries de conduits sont séparées par une cloison ondulée et par la paroi de l'enveloppe dont une partie assure la fermeture de chaque conduit du côté de la partie longitudinale ouverte de celui-ci;

d. La variation de la section de passage du fluide est obtenue en inclinant les axes des conduits de manière telle qu'ils convergent vers une extrémité de l'échangeur ou en faisant varier la dimension la plus petite de la section d'une extrémité à l'autre des conduits;

e. La variation de la section de passage du fluide est obtenue en donnant à toutes les ondulations une largeur décroissante d'une extrémité à l'autre des conduits;

f. La variation de la section de passage du fluide est obtenue en donnant une largeur décroissante, d'un bout à l'autre, aux ondulations qui sont ouvertes d'un côté d'une cloison séparatrice d'échange, alors que les ondulations qui sont ouvertes de l'autre côté ont une largeur constante, les conduits, formés par les premières ondulations, étant destinés au passage de l'un des fluides et ceux formés par les secondes au passage de l'autre fluide;

g. La cloison séparatrice est établie dans un plan et a une forme trapézoïdale;

h. La cloison séparatrice a une forme tronconique;

i. La cloison séparatrice a la forme d'un sec-

teur d'un tronc de cône et l'enveloppe comporte des tirants de renforcement sur sa face concave afin que la cloison puisse résister convenablement à la pression régnant à l'intérieur de l'échangeur;

j. Les ondulations ont des hauteurs différentes entre elles;

k. La fermeture des extrémités des conduits est obtenue par déformation et/ou par soudage de leurs parties terminales;

l. La déformation des extrémités des conduits se fait par aplatissement total du conduit suivant une partie sensiblement triangulaire de manière à obtenir une déviation du chemin parcouru par le fluide à l'intérieur du conduit correspondant et un écoulement aérodynamique de l'autre fluide circulant à l'extérieur de ce conduit;

m. La partie de l'extrémité déformée par aplatissement est fermée par soudage;

n. La déformation de l'extrémité est obtenue par pliage des ailes des deux parois adjacentes de chaque conduit de manière à rapprocher le bord desdites ailes dont les bords sont fermés par soudage;

o. La fermeture des extrémités des conduits est obtenue par l'application d'un élément soudé sur le bord de chaque extrémité du conduit;

p. Chaque extrémité du conduit est fermée d'un seul côté de sa section suivant sa dimension la plus grande, tandis qu'à partir d'un certain point de la paroi opposée de la section l'extrémité du conduit voisin est fermée et ainsi de suite;

q. Les deux extrémités de chaque conduit sont fermées sur une partie limitée de leur section, du même côté de l'axe médian du conduit;

r. Les extrémités de chaque conduit sont fermées sur une partie limitée de leur section par des parties opposées par rapport à l'axe médian du conduit de manière à réaliser un croisement du parcours des deux fluides perpendiculairement à la dimension la plus grande de la section de ce conduit;

s. Les conduits d'une série se trouvant d'un côté de la cloison séparatrice ondulée sont fermés, d'une manière étanche, à leurs extrémités et suivant toute leur dimension la plus grande, de même que le long du bord périphérique de la cloison, du côté de l'ouverture longitudinale des ondulations, par une bride à laquelle sont reliées, à leur tour, les deux parties de l'enveloppe qui comportent des ouvertures pour l'entrée et la sortie des deux fluides. lesdites parties de l'enveloppe étant en contact avec les bords longitudinaux des ondulations de la cloison;

t. En concordance avec les fermetures des extrémités, orientées suivant des directions opposées, l'étanchéité des conduits est assurée par une bride périphérique destinée à retenir, à son tour, et d'une manière étanche, les parties de l'enveloppe qui com-

portent les ouvertures d'entrée et de sortie des deux fluides;

u. La cloison ondulée a une forme tronconique, les extrémités partiellement fermées de la série d'ondulations ayant leurs ouvertures longitudinales orientées vers l'intérieur et l'enveloppe comprenant deux éléments tronconiques coaxiaux, l'un établi à l'intérieur et l'autre à l'extérieur de la cloison tronconique, tout en étant en contact avec cette dernière;

v. Dans le cas susdit, la partie périphérique intérieure de chaque extrémité de l'élément tronconique est reliée d'une manière étanche au bord d'un élément tubulaire établi à une extrémité de l'élément formant l'entrée et celui prévu à l'autre extrémité formant la sortie pour l'un des fluides;

w. L'élément tronconique intérieur a ses extrémités profilées en ogive;

x. L'enveloppe est constituée en trois parties, à savoir, une bande périphérique, reliée rigidement aux extrémités des conduits, et deux plaques de fermeture fixées d'une manière amovible à ladite bande et munie d'au moins une partie des ouvertures pour l'entrée et la sortie des fluides;

y. La bande périphérique susdite comporte au moins une partie des collecteurs d'extrémité qui communiquent avec l'une ou l'autre des séries de conduits;

z. L'entrée et la sortie de l'un des fluides se trouve d'un côté de l'enveloppe et l'entrée et la sortie de l'autre fluide de l'autre côté de celle-ci;

aa. Les entrées des deux fluides se trouvent d'un côté de l'enveloppe et les sorties de ces fluides de l'autre côté de celle-ci;

bb. L'entrée de l'un des fluides et la sortie de l'autre se trouvent d'un côté de l'enveloppe et la sortie du premier fluide et l'entrée du deuxième se trouvent de l'autre côté de celle-ci;

cc. L'échangeur comporte au moins deux surfaces échangeuses de chaleur établies en série, l'une de ces surfaces au moins étant amovible par rapport à l'autre et par rapport à l'enveloppe pour permettre son remplacement;

dd. Dans le cas susdit, la loi de variation de la forme des conduits, pour au moins une série de conduits pour les fluides est différente pour les deux surfaces échangeuses afin qu'on obtienne les conditions d'écoulement et les caractéristiques les meilleures pour la transmission de la chaleur;

ee. Dans le cas susdit, la section des conduits pour l'un des fluides ménagés dans l'une des surfaces échangeuses est décroissante suivant une loi

qui détermine une vitesse d'écoulement sensiblement constante tandis que les conduits prévus dans l'autre surface échangeuse ont une section qui va en décroissant suivant une loi qui détermine une vitesse croissante du fluide dans le sens de l'écoulement;

ff. L'échangeur comprend des conduits pour permettre leur arrosage avec un liquide de lavage;

gg. Au moins une des extrémités des éléments tubulaires à section allongée comporte une entaille et est déformée suivant la génératrice qui se trouve à l'extrémité de la dimension la plus grande de la section pour former l'ouverture de passage du fluide;

hh. La fermeture, établie entre un élément tubulaire et le suivant, se trouve en regard des ouvertures et au-dessus et au-dessous de ces ouvertures sont prévues des brides pour assurer la liaison étanche avec les parties de l'enveloppe;

ii. L'échangeur est du type circulaire, il comporte une entrée axiale pour le fluide le plus chaud, avec une inversion du chemin parcouru le long des conduits d'une première série et une sortie se trouvant à l'extrémité d'entrée de ce fluide alors que, pour le fluide le plus froid est prévue une entrée périphérique du côté opposé à l'entrée du fluide le plus chaud, avec inversion du chemin parcouru dans la deuxième série de conduits, de manière telle que ce fluide longe la paroi de la partie interne de l'enveloppe, la sortie se trouvant à l'extrémité d'entrée dudit fluide plus froid;

jj. Les éléments tubulaires à section allongée comportant des ailettes intérieures longitudinales formant des éléments de renforcement;

kk. Les éléments tubulaires, à section de forme allongée, sont réalisés chacun avec plusieurs tubes à section circulaire disposés de manière à être en contact entre eux le long d'une génératrice.

L'invention vise plus particulièrement certains modes d'application, ainsi que certains modes de réalisation, desdits échangeurs de chaleur; et elle vise plus particulièrement encore, et ce à titre de produits industriels nouveaux, les échangeurs de chaleur du genre en question comportant application des caractéristiques susdites, les éléments et outils spéciaux propres à leur établissement ainsi que les appareils, machines et installations comprenant de semblables échangeurs.

GIOVANNI ROSSI

Par procuration :

PLASSERAUD, DEVANT, GUTMANN, JACQUELIN



